



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 54 154 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 100 54 154.2
㉔ Anmeldetag: 2. 11. 2000
㉕ Offenlegungstag: 28. 6. 2001

⑤ Int. Cl.⁷:
G 01 P 21/00
G 01 P 1/12
G 01 D 3/06
G 01 P 9/00
G 01 B 21/22
G 07 C 5/08
G 01 M 17/00

DE 100 54 154 A 1

③① Unionspriorität:
9962081 24. 12. 1999 KR
⑦① Anmelder:
Hyundai Motor Co., Seoul/Soul, KR
⑦④ Vertreter:
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

⑦② Erfinder:
Lee, Won-Hee, Kyungki, KR

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ③④ Verfahren zum Minimieren von Fehlern bei Sensoren, die bei einer Aufzeichnungseinrichtung für Fahrzeugunfälle eingesetzt werden
- ⑤⑦ Bei einem Verfahren zum Minimieren von Fehlern bei Sensoren, die bei einer Aufzeichnungseinrichtung für Fahrzeugunfälle verwendet werden, werden zuerst durch die Sensoren Daten gemessen, welche die Beschleunigung, die Gierrate, die im Getriebe gemessene Fahrzeuggeschwindigkeit und den Lenkwinkel umfassen, und dann wird der Fehler bezüglich der Vorwärtsbeschleunigung auf der Grundlage der am Getriebe gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeit korrigiert. Daraufhin wird der Fehler der Querschleunigung auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit und des Lenkwinkels korrigiert, der von einem Lenkwinkel-Sensor gemessen wird, und daraufhin wird der Fehler bezüglich der Drehwinkelgeschwindigkeit auf der Grundlage des Lenkwinkels und der Fahrzeuggeschwindigkeit korrigiert. Schließlich werden Daten als korrigierte Werte aufgezeichnet.

DE 100 54 154 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Minimieren von Fehlern bei Sensoren, die bei einer Aufzeichnungseinrichtung (etwa einem sogenannten Fahrtenschreiber) für Fahrzeugunfälle verwendet werden, und betrifft insbesondere ein Verfahren, welches eine exakte Aufzeichnung von Fahrzeugunfällen durch Minimieren von bei Sensoren auftretenden Fehlern ermöglicht.

Eine Aufzeichnungseinrichtung für Fahrzeugunfälle wird zu dem Zweck vorgesehen, die Ursache und den Verlauf eines Fahrzeugunfalls wissenschaftlich untersuchen zu können.

Die Einrichtung kann Sensoren dazu verwenden, den Beginn eines Zusammenstoßes eines Fahrzeugs festzustellen, oder kann einen Unfall gegenüber einem Schaltvorgang des Fahrers oder einem Signal der Betätigung eines Airbags unterscheiden.

Während eines Zeitraums um den Zeitpunkt des Unfalls herum zeichnet die Einrichtung die Straßenzustände der Straße auf, auf welcher der Unfall aufgetreten ist, sowie die von dem Fahrer vorgenommenen Betätigungsvorgänge, die Bewegung des Fahrzeugs, und andere Umstände der Bewegung.

Daher muss die Aufzeichnungseinrichtung so ausgelegt sein, dass sie Daten gegen Wärmeeinwirkung und das Eintauchen ins Wasser schützt, nämlich für derartige Situationen, in denen das Fahrzeug bei einem Zusammenstoß Feuer fängt, oder es im Wasser versinkt.

Weiterhin muss die Aufzeichnungseinrichtung, die bei einem Fahrzeug vorgesehen ist, das auf der Straße fährt, so ausgelegt sein, dass Sensorfehler infolge des Straßenzustands und der Begleitumstände beim Fahren so klein wie möglich sind. In bezug auf die bei der Aufzeichnungseinrichtung eingesetzten Sensoren spielen Daten von dem Beschleunigungssensor und dem Drehwinkelgeschwindigkeitssensor eine wesentliche Rolle beim Rekonstruieren des Unfalls. Ein Drehwinkelgeschwindigkeitssensor ist auch als Gierratensensor bekannt. Allerdings zeigen diese beiden Sensoren den Effekt eines Offsetdrifts des Nullpunkts, der darin besteht, dass der Nullpunkt der Sensoren eine Drift aufweist.

Fig. 1 zeigt die Beziehung zwischen Nullpunktoffsetfehlern und dem durch sie hervorgerufenen Gesamtfehler. Wenn der Beschleunigungssensor einen Wert von Null G anzeigt, wobei G die Gravitationskonstante ist, oder wenn der Gierratensensor einen Wert von Null Grad pro Sekunde anzeigt, so bedeutet dies, für das Ausgangssignal des Sensors, dass dieses einen Offset von Null aufweist oder ein Ausgangssignal von Null abgibt, was auch als systematischer Fehler von Null bezeichnet wird. Im Verlaufe der Zeit ändert sich der Offset von Null des Sensors zu einem anderen Wert, infolge von Umgebungseinflüssen, wie beispielsweise der Temperatur, welche einen Sensorfehler hervorrufen, so dass der voranstehend geschilderte Nulloffsetdriftfehler oder der Driftfehler in bezug auf einen systematischen Fehler von Null auftritt.

Der Nulloffsetfehler akkumuliert sich, wenn integriert wird, so dass der Gesamtfehler in den meisten Fällen fatal wird, insbesondere beim Rekonstruieren der Trajektorie eines Fahrzeugs, da zum Rekonstruieren der Trajektorie eine Integration zweiter Ordnung erforderlich ist. Daher kann ein sehr kleiner Nulloffsetfehler zu einem fatalen Fehler bei der Berechnung einer Position auf der Trajektorie führen.

Es wurden verschiedene Verfahren zum Korrektur des Nulloffsetfehlers überlegt, beispielsweise ein Verfahren unter Verwendung einer Hochfrequenzröhre und eines Filters, oder ein Verfahren unter Verwendung einer Wärmeisoliervorrichtung. Allerdings können derartige Verfahren nicht perfekt Fehler ausschalten, die durch die Nulloffsetdrifteffekte hervorgerufen werden. Daher muss eine ordnungsgemäße Korrektur zum Zeitpunkt der Unfalluntersuchung durchgeführt werden, und muss die Korrektur von Hand während des Vorgangs des Einsatzes eines Computerprogramms zum Rekonstruieren des Unfalls vorgenommen werden.

Die vorliegende Erfindung wurde zu dem Zweck entwickelt, die voranstehend geschilderten, beim Stand der Technik auftretenden Schwierigkeiten zu überwinden.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens zum Minimieren von Fehlern bei Sensoren, die bei einer Aufzeichnungseinrichtung für Fahrzeugunfälle verwendet werden, und welches automatisch die Daten korrigiert, die von einem Beschleunigungssensor und einem Gierratensensor gemessen werden, auf der Grundlage der am Getriebe gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeit, und des von einem Lenkwinkelsensor gemessenen Lenkwinkels.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Minimieren von Fehlern von Sensoren, die bei einer Aufzeichnungseinrichtung für Fahrzeugunfälle eingesetzt werden, werden zuerst von Sensoren Daten gemessen, welche die Beschleunigung, die Gierrate, die am Getriebe gemessene Fahrzeuggeschwindigkeit, und den Lenkwinkel umfassen, und dann wird der Fehler im bezug auf die Vorwärtsbeschleunigung auf der Grundlage der am Getriebe gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeit korrigiert. Als nächstes wird der Fehler der Querbewegung auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit und des Lenkwinkels korrigiert, der von einem Lenkwinkelsensor gemessen wird, und dann wird der Fehler der Drehwinkelgeschwindigkeit auf der Grundlage des Lenkwinkels und der Fahrzeuggeschwindigkeit korrigiert. Zum Schluß werden die Daten als korrigierte Werte aufgezeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand zeichnerisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, aus welchen weitere Vorteile und Merkmale hervorgehen. Es zeigt:

Fig. 1 eine Darstellung von Nulloffsetfehlern, wobei die Vergrößerung der Fehler infolge einer Integration dargestellt ist;

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Aufzeichnungseinrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 3 ein Flußdiagramm eines Verfahrens zum Minimieren von Fehlern bei Sensoren, die bei einer Aufzeichnungseinrichtung für Fahrzeugunfälle eingesetzt werden, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt als Blockschaltbild eine Aufzeichnungseinrichtung für Fahrzeugunfälle gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei zumindest ein Beschleunigungssensor 20 zur Messung der Beschleunigung vorgesehen ist, zumindest ein Gierratensensor 21 zur Messung der Drehwinkelgeschwindigkeit, zumindest ein Ta-

chometer (Geschwindigkeitsmeßgerät) 22, der am Getriebe angebracht ist, um die Fahrzeuggeschwindigkeit zu messen, zumindest ein Lenkwinkelsensor 23 zur Messung des Lenkwinkels, ein Steuerteil 24 zur Berechnung und Korrektur von Nulloffsetfehlern des Beschleunigungssensors und des Gierratensensors auf der Grundlage der vom Tachometer gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeit und des vom Lenkwinkelsensor gemessene Lenkwinkels, sowie ein Speicherteil 25 zum Speichern von Ausgangswerten des Steuerteils.

Fig. 3 zeigt als Flußdiagramm ein Verfahren zum Minimieren von Fehlern bei Sensoren, die bei einer Aufzeichnungseinrichtung für Fahrzeugunfälle eingesetzt werden, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

In einem ersten Schritt 30 werden beim Fahren eines Fahrzeugs Daten durch Sensoren 21 bis 23 gemessen, und in dem Speicherteil 25 gespeichert, wobei die Daten die Beschleunigung, die Drehwinkelgeschwindigkeit, die Fahrzeuggeschwindigkeit und den Lenkwinkel umfassen.

Die Daten im bezug auf die Beschleunigung und die Drehwinkelgeschwindigkeit, die in dem ersten Schritt gemessen wurden, müssen korrigiert werden, da der Beschleunigungssensor 30 und der Drehwinkelgeschwindigkeitssensor 21 dazu neigen, den Effekt einer Nulloffsetdrift zu zeigen.

Die Beschleunigung ist definiert als die Summe der Vorwärtsbeschleunigung und der Querbeschleunigung.

In einem zweiten Schritt 31 wird der Fehler bezüglich der Vorwärtsbeschleunigung korrigiert, und als nächstes wird eine Vorgehensweise zum Korrigieren des Fehlers bezüglich der Vorwärtsbeschleunigung geschildert.

Es gibt folgende Beziehung zwischen der Vorwärtsbeschleunigung G_x , die von dem Beschleunigungssensor gemessen wird, und der Fahrzeuggeschwindigkeit V_x in Vorwärtsrichtung, nämlich

Gleichung 1

$$G_x = (X_{A/D} - \text{offset}) \cdot S$$

Gleichung 2

$$V_x = \int G_x dt \\ = \int (X_{A/D} - \text{offset}) \cdot S dt = V_{TM}$$

wobei $X_{A/D}$ ein Ausgangssignal des Sensors ist, Offset den Nulloffset bezeichnet, S ein Skalenfaktor ist, und V_{TM} die Fahrzeuggeschwindigkeit ist, gemessen von dem Tachometer, der am Getriebe angebracht ist. Der Skalenfaktor S wird vorher entsprechend dem jeweiligen Beschleunigungsmeßgerät festgelegt.

Dann wird der Nulloffset der Vorwärtsbeschleunigung folgendermaßen berechnet

Gleichung 3

$$\text{offset} = \text{Mean} \left(\frac{\int_0^T X_{A/D} dt - (V_{TM}(T) - V_{TM}(0)) \cdot \frac{1}{S}}{T} \right) \\ = \text{Mean} \left(\frac{\sum_{i=1}^N X_{A/D} \cdot T_s - (V_{TM}(T) - V_{TM}(0)) \cdot \frac{1}{S}}{T_s \cdot N} \right)$$

wobei N eine vorher festgelegte, ausreichend große ganze Zahl ist, um die numerische Integration in der ersten Zeile der Formel zu berechnen, $T_s = T/N$ ist, und Mean den Mittelwert bezeichnet.

Der Nulloffset der Vorwärtsbeschleunigung, der gemäß Gleichung 3 berechnet wurde, wird zum Korrigieren des Fehlers der Vorwärtsbeschleunigung G_x in Gleichung 1 verwendet.

In einem dritten Schritt 32, der nach Beendigung des zweiten Schrittes 31 durchgeführt wird, wird der Fehler bezüglich der Querbeschleunigung korrigiert, und als nächstes wird eine Vorgehensweise zum Korrigieren des Fehlers der Querbeschleunigung geschildert.

Es gibt folgende Beziehung zwischen der Querbeschleunigung G_y , die durch den Beschleunigungssensor gemessen wird, der Fahrzeuggeschwindigkeit V und dem Lenkwinkel δ , nämlich

Gleichung 4

$$G_y = (Y_{A/D} - \text{offset}) \cdot S = \frac{V^2}{1 + AV^2} \cdot \frac{\delta}{L}$$

wobei $Y_{A/D}$ ein Ausgangssignal des Sensors ist, Offset den Nulloffset bezeichnet, S ein Skalenfaktor ist, A ein Stabilitätsfaktor, und L den Radstand des Fahrzeugs bezeichnet. Der Skalenfaktor S wird vorher entsprechend dem jeweils verwendeten Beschleunigungsmeßgerät festgelegt, der Radstand L hängt von dem jeweiligen Fahrzeug ab.

Dann wird der Nulloffset der Querbeschleunigung folgendermaßen berechnet

Gleichung 5

$$offset = Mean \left(Y_{A/D} - \frac{V^2}{1 + AV^2} \cdot \frac{\delta}{L} \cdot \frac{1}{S} \right) .$$

Der Nulloffset der Querbeschleunigung, der gemäß Gleichung 5 berechnet wurde, wird zur Korrektur des Fehlers der Querbeschleunigung G_y in Gleichung 4 verwendet.

In einem vierten Schritt 33, der nach Beendigung des dritten Schrittes 32 durchgeführt wird, wird die Gierrate auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit V und des Lenkwinkels δ korrigiert, und als nächstes wird eine Vorgehensweise zum Korrigieren des Fehlers bezüglich der Gierrate erläutert.

Beim normalen Fahren eines Fahrzeugs entlang einer Kurve ist folgende Beziehung zwischen der Gierrate r , der Fahrzeuggeschwindigkeit V und dem Lenkwinkel δ vorhanden, nämlich

Gleichung 6

$$r = (R_{A/D} - offset) \cdot S = \frac{V}{1 + AV^2} \cdot \frac{\delta}{L} ,$$

wobei $R_{A/D}$ ein Ausgangssignal des Sensors ist, Offset den Nulloffset bezeichnet, S ein Skalenfaktor ist, A ein Stabilitätsfaktor, und L den Radstand des Fahrzeugs bezeichnet. Der Skalenfaktor S wird vorher entsprechend den jeweils verwendeten Beschleunigungsmeßgerät festgelegt, und der Radstand L hängt von dem jeweiligen Fahrzeug ab.

Dann wird der Nulloffset der Gierrate folgendermaßen berechnet

Gleichung 7

$$offset = Mean \left(R_{A/D} - \frac{V}{1 + AV^2} \cdot \frac{\delta}{L} \cdot \frac{1}{S} \right) .$$

Der Nulloffset der Gierrate, der gemäß Gleichung 7 berechnet wurde, wird zur Korrektur des Fehlers der Gierrate r in Gleichung 6 verwendet.

In einem fünften Schritt 34, der nach Beendigung des vierten Schrittes 33 durchgeführt wird, werden die korrigierten Werte für die Beschleunigung und die Drehwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs in dem Speicherteil 25 aufgezeichnet.

Bei dem voranstehend geschilderten, erfindungsgemäßen Verfahren können die exakten Werte für die Beschleunigung und die Drehwinkelgeschwindigkeit dadurch aufgezeichnet werden, dass Nulloffsetfehler des Beschleunigungssensors und des Gierratensensors auf der Grundlage der am Getriebe gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeit und des vom Lenkwinkelsensor gemessene Lenkwinkels korrigiert werden. Die exakte Aufzeichnung ermöglicht eine genaue Rekonstruktion eines Unfalls.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Minimieren von Fehlern bei Sensoren, die bei einer Aufzeichnungseinrichtung für Fahrzeugunfälle verwendet werden, mit folgenden Schritten:
Messen von Daten durch Sensoren, wobei die Daten die Beschleunigung, die Gierrate, die Fahrzeuggeschwindigkeit und den Lenkwinkel umfassen;
Korrektur von Fehlern bezüglich der Vorwärtsbeschleunigung auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit;
Korrektur von Fehlern bezüglich der Querbeschleunigung auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit und Lenkwinkels;
Korrektur von Fehlern bezüglich der Gierrate auf der Grundlage des Lenkwinkels und der Fahrzeuggeschwindigkeit; und
Aufzeichnung von Daten als korrigierte Werte.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt der Korrektur von Fehlern bezüglich der Vorwärtsbeschleunigung weiterhin den Schritt der Korrektur der Vorwärtsbeschleunigung G_x aus einem Ausgangssignal $X_{A/D}$ des Beschleunigungssensors auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit umfaßt, die am Getriebe gemessen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorwärtsbeschleunigung G_x berechnet wird aus $G_x = (X_{A/D} - Offset) \cdot S$,
wobei S ein Skalenfaktor ist, der vorher entsprechend dem jeweils verwendeten Beschleunigungsmeßgerät festgelegt wird, und
Offset, nämlich der Nulloffset der Vorwärtsbeschleunigung, folgendermaßen berechnet wird

$$\text{offset} = \text{Mean} \left(\frac{\int_0^T X_{A/D} dt - (V_{TM}(T) - V_{TM}(0)) \cdot \frac{1}{S}}{T} \right), \quad 5$$

wobei V_{TM} die am Getriebe gemessene Fahrzeuggeschwindigkeit ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt der Korrektur von Fehlern bezüglich der Querbeschleunigung weiterhin den Schritt der Korrektur der Querbeschleunigung G_y aus einem Ausgangssignal $Y_{A/D}$ des Beschleunigungssensors auf der Grundlage der am Getriebe gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeit und des durch einen Lenkwinkelsensor gemessenen Lenkwinkels umfaßt. 10

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Querbeschleunigung G_y folgendermaßen berechnet wird 15

$$G_y = (Y_{A/D} - \text{offset}) \cdot S = \frac{V^2}{1 + AV^2} \cdot \frac{\delta}{L},$$

wobei S ein Skalenfaktor ist, der vorher entsprechend dem jeweiligen Beschleunigungsmeßgerät festgelegt wird, A ein Stabilitätsfaktor ist, L den Radstand des Fahrzeugs bezeichnet, V die am Getriebe gemessene Fahrzeuggeschwindigkeit ist, δ der von dem Lenkwinkelsensor gemessene Lenkwinkel ist, und Offset, nämlich der Nulloffset der Querbeschleunigung, folgendermaßen berechnet wird 20

$$\text{offset} = \text{Mean} \left(Y_{A/D} - \frac{V^2}{1 + AV^2} \cdot \frac{\delta}{L} \cdot \frac{1}{S} \right). \quad 25$$

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt der Korrektur von Fehlern bezüglich der Gierrate weiterhin den Schritt der Korrektur der Gierrate r aus einem Ausgangssignal $R_{A/D}$ des Gierratensensors auf der Grundlage der am Getriebe gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeit und des vom Lenkwinkelsensor gemessenen Lenkwinkels umfaßt. 30

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Gierrate berechnet wird aus

$$r = (R_{A/D} - \text{offset}) \cdot S = \frac{V}{1 + AV^2} \cdot \frac{\delta}{L}, \quad 35$$

wobei S ein Skalenfaktor ist, der vorher entsprechend den jeweils verwendeten Beschleunigungsmeßgerät festgelegt wird, A ein Stabilitätsfaktor ist, L den Radstand des Fahrzeugs bezeichnet, V die am Getriebe gemessene Fahrzeuggeschwindigkeit ist, δ der von dem Lenkwinkelsensor gemessene Lenkwinkel ist, und Offset, nämlich der Nulloffset der Gierrate, folgendermaßen berechnet wird 40

$$\text{offset} = \text{Mean} \left(R_{A/D} - \frac{V}{1 + AV^2} \cdot \frac{\delta}{L} \cdot \frac{1}{S} \right). \quad 45$$

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

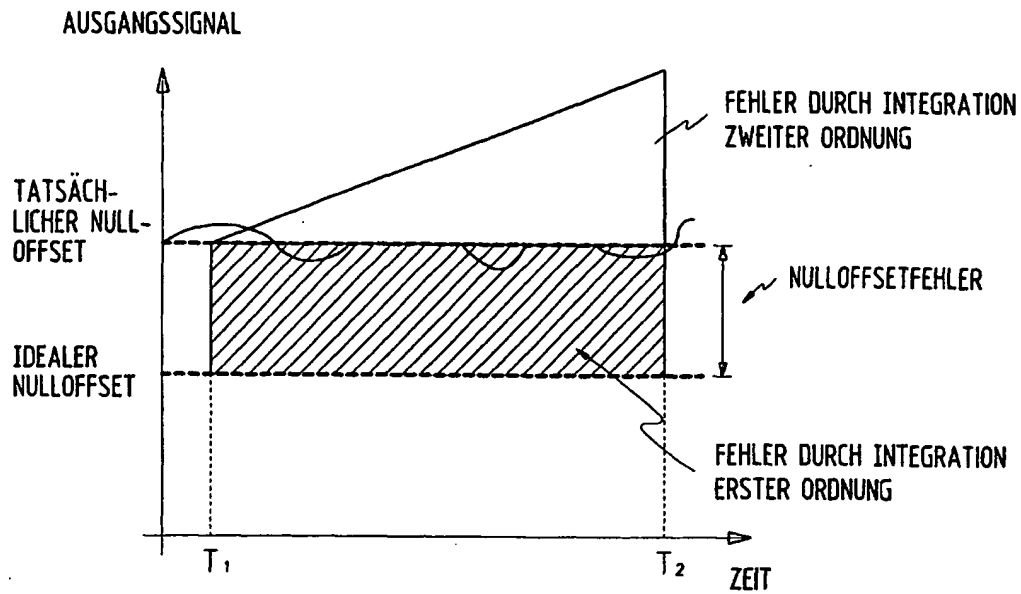


FIG. 2

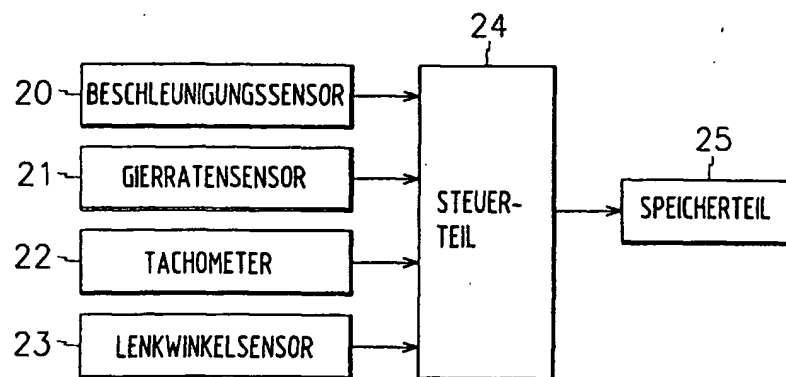
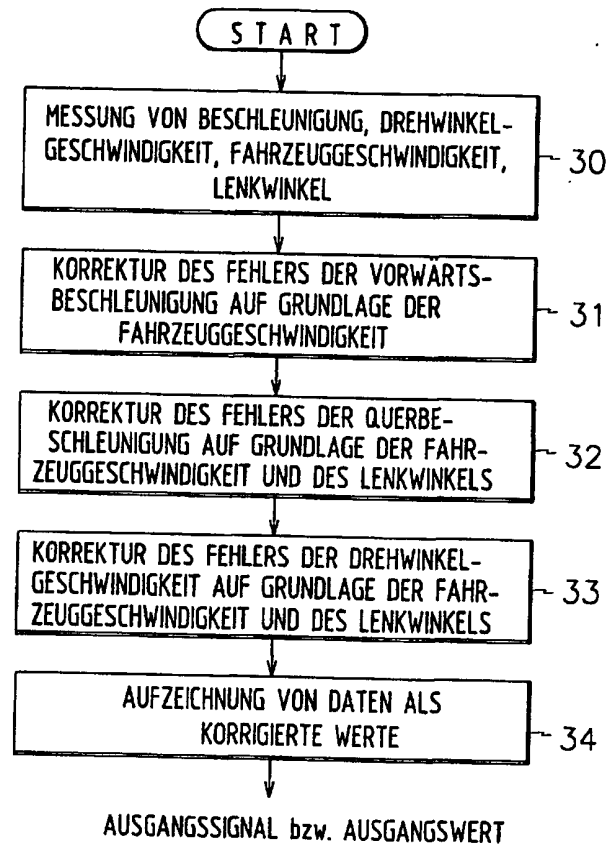
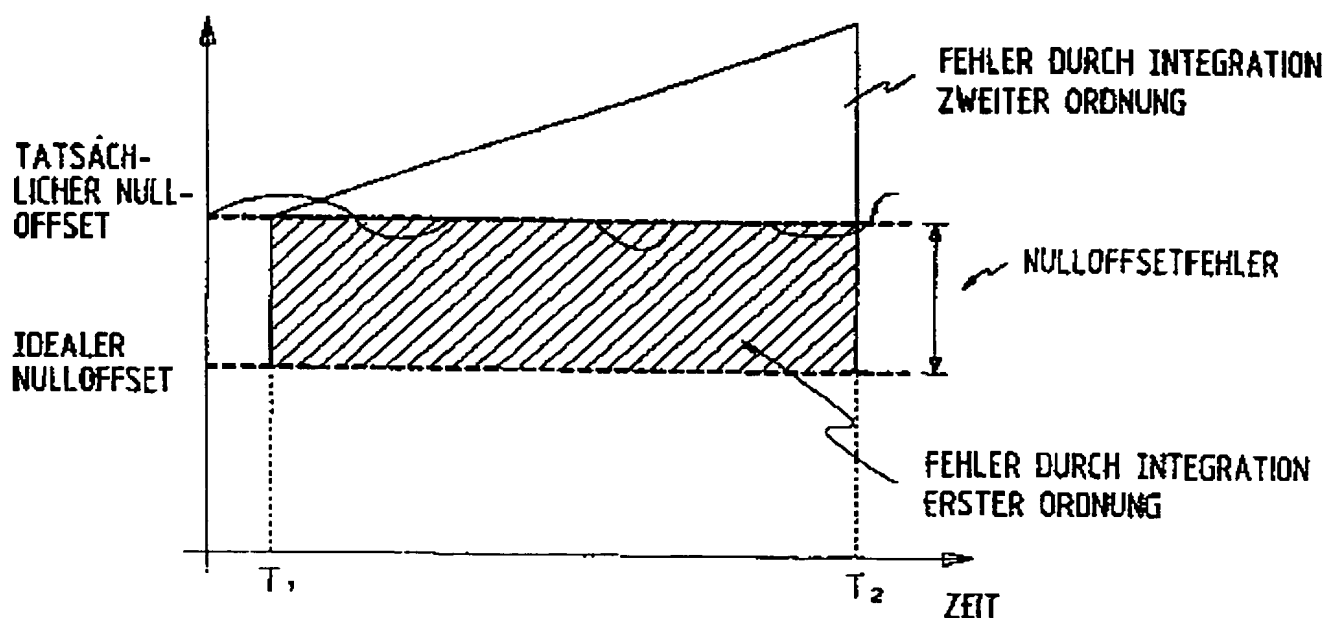


FIG. 3



AN: PAT 2002-131729
TI: Error reduction in sensor used for investigating vehicle accident involves correcting forward acceleration error, transverse acceleration error and yaw rate error based on measured data
PN: DE10054154-A1
PD: 28.06.2001
AB: NOVELTY - The method involves measuring data i.e. acceleration, yaw rate, vehicle speed and steering angle. The forward acceleration errors of the vehicle are corrected based on vehicle speed, transverse acceleration errors are corrected based on vehicle speed and steering angle, and yaw rate errors are corrected based on steering angle and vehicle speed. The data are recorded as corrected values.; USE - For minimizing error in sensor used for investigating vehicle accident.
ADVANTAGE - Enables to automatically correct the measured data of an acceleration sensor and yaw rate sensor for obtaining precise recording and perform exact reconstruction of accident.
DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the representation of a zero offset errors and the enlargement state of errors after integration.
PA: (GEND-) GENDAI JODOSHA KK; (HYUN-) HYUNDAI MOTOR CO LTD;
IN: LEE W; LEE W H;
FA: DE10054154-A1 28.06.2001; KR369130-B 24.01.2003; JP2001180408-A 03.07.2001; KR2001063969-A 09.07.2001; US6360147-B1 19.03.2002;
CO: DE; JP; KR; US;
IC: B60R-021/00; B62D-041/00; G01B-021/22; G01C-019/00; G01C-023/00; G01D-003/06; G01M-017/00; G01P-001/12; G01P-009/00; G01P-015/00; G01P-021/00; G06F-007/00; G06F-019/00; G07C-005/08;
MC: S02-G03; T05-G01; X22-X06B; X22-X06J;
DC: S02; T05; X22;
FN: 2002131729.gif
PR: KR0062081 24.12.1999;
FP: 28.06.2001
UP: 19.06.2003

AUSGANGSSIGNAL



THIS PAGE BLANK (USPTO)